

535.36(049.3)

**ДВЕ КНИГИ ПО РАССЕЯНИЮ СВЕТА В КРИСТАЛЛАХ**

Light Scattering in Solids. Ed. M. Cardona. (Topics in Applied Physics. vol. 8.) Berlin-Heidelberg-New York, Springer-Verlag, 1975, 339 p.

R. Claus, L. Merten, J. Brandmüller. Light Scattering by Phonon-Polaritons. (Springer Tracts in Modern Physics/Ergebnisse der exakten Naturwissenschaften. 75.) Berlin-Heidelberg-New York, Springer-Verlag, 1975, 238 p.

В последние годы интенсивно развиваются исследования различных физических явлений, возникающих при рассеянии света в твердых телах. Использование лазеров в качестве возбуждающих источников света, прогресс в технике спектрометров и в методах регистрации слабых сигналов превратили спектроскопию неупругого рассеяния света в один из наиболее мощных и широко используемых ныне методов изучения элементарных возбуждений в твердых телах, таких как фононы, поляритоны, магноны, экситоны и т. д.

В связи с этим физике рассеяния света в твердом теле посвящаются международные и национальные конференции, начал выходить специальный международный журнал «Journal of Raman Spectroscopy», резко возросло число публикаций по этой тематике в разнообразной научной периодике. Однако монографическая литература, которая достаточно полно отражала бы последние достижения и богатые возможности этой области науки, весьма немногочисленна. В частности, до настоящего времени не было ни одного систематического изложения физики процессов неупругого рассеяния света в полупроводниках.

Этот пробел в значительной степени восполняют изданные в 1975 г. две монографии. Первая из них — коллективная монография «Light Scattering in Solids» под редакцией М. Cardona вышла восьмым томом серии «Topics in Applied Physics». Эта книга написана видными зарубежными учеными, активно работающими в различных областях физики рассеяния света.

Полупроводники стали лишь сравнительно недавно объектом широкого применения методов неупругого рассеяния света. Вместе с тем для физики полупроводников возможность применения методов рассеяния света имеет во многих случаях решающее значение, ибо позволяет получить богатую, а в ряде случаев уникальную информацию об элементарных возбуждениях. Важно подчеркнуть, что эта информация касается не только традиционных для спектроскопии комбинационного рассеяния низкочастотных возбуждений, но и электронных возбуждений. Существенно также, что эта информация не ограничивается только регистрацией спектра элементарных возбуждений, но и содержит в себе сведения о тонких эффектах их взаимодействия, позволяет изучать влияние различных внешних воздействий на разнообразные физические свойства и процессы.

Эффекты рассеяния света веществом важны в связи с их использованием в лазерной технологии и приборостроении. Поэтому издание книги, отражающей последние достижения в этой области, своевременно, а ее содержание, как это видно уже из ее оглавления, весьма актуально.

Монография построена следующим образом. Вводная статья редактора издания М. Cardona дает исторический и библиографический обзор общего развития работ в области рассеяния света в полупроводниках. Особое внимание уделено одно- и двух-

фононному рассеянию, включая резонансное комбинационное рассеяние. Авторы следующей главы Е. Burstein и А. Pinczuk посвятили свой обзор основам теории комбинационного рассеяния света в полупроводниках и изоляторах. Здесь обсуждаются основные механизмы неупругого рассеяния света и рассматриваются свойства тензора комбинационного рассеяния с точки зрения кинематики и правил отбора. В частности, обсуждаются случаи несохранения волнового вектора, актуальные в неупорядоченных средах и непрозрачных кристаллах. Далее рассматривается рассеяние на колебаниях решетки и плазмонах. Используется как феноменологическое, так и микроскопическое описание. Указывается на связь между тензором комбинационного рассеяния и тензорами, описывающими другие нелинейные эффекты. В заключительной части обсуждается частотная зависимость тензора комбинационного рассеяния первого порядка на оптических фонах.

Третья глава, авторы которой R. M. Martin и L. M. Falikov, посвящена подробному обсуждению аспектов комбинационного рассеяния, которые связаны с резонансными явлениями, возникающими в тех случаях, когда энергии участвующих в процессе фотонов близки к энергиям электронных возбуждений. В этих условиях важную роль играют взаимодействия между элементарными возбуждениями и особенно электрон-фононное взаимодействие. Обсуждаются различные случаи, классифицируемые в зависимости от дискретности или непрерывности резонансных промежуточных и конечных состояний. Большое место в этом обзоре уделяется экспериментальным результатам и сравнению их с предсказаниями теории. Материал подобран в соответствии с указанной выше классификацией и включает в себя работы по рассеянию в качестве различных объектов (чистые кристаллы, примесные состояния в кристаллах, молекулы в газовой фазе).

В четвертой главе M. V. Klein рассматривает процессы комбинационного рассеяния на электронных возбуждениях в полупроводниках. Сюда включены свободные носители, плазмоны, широкий класс примесных состояний, связанные плазмон-фононные состояния, а также различные другие связанные электрон-фононные комплексы, которым уделяется значительное внимание. Ряд оригинальных результатов приводится впервые. При обсуждении рассеяния на одночастичных возбуждениях особое внимание уделяется природе электронных флуктуаций, обуславливающих процессы рассеяния (например, флуктуации спиновой плотности), интенсивности и форме линии спектра рассеянного излучения. Все изложение тесно увязано с широко представленным экспериментальным материалом. В последней части этой главы, чисто теоретической, рассматривается рассеяние света в многодолинных полупроводниках и обсуждаются особенности рассеяния на свободных носителях разного сорта.

Пятая глава, автор которой M. H. Brodsky, посвящена комбинационному рассеянию света в аморфных полупроводниках в области колебательных спектров. Рассматриваются различные типы аморфных материалов и обсуждаются теоретические представления об их структуре, с которой связывается интерпретация наблюдаемых спектров комбинационного рассеяния.

Автор шестой главы A. S. Pine посвятил свой обзор основам рассеяния Бриллюэна в полупроводниках. В частности, обсуждаются взаимодействия акустических волн со свободными носителями, эффекты резонансного рассеяния и влияния непрозрачности на форму спектра. Кроме того, рассматривается стимулированное рассеяние при генерации фононов посредством акусто-электрического эффекта в полярных материалах.

У. R. Shen в последней седьмой главе обсуждает эффекты стимулированного комбинационного рассеяния. Здесь излагается теория этих эффектов, дается обзор экспериментальных работ и обсуждаются аномалии в рассеянии, связанные с эффектом самофокусировки. Рассматриваются два специальных случая: стимулированное поляритонное рассеяние и стимулированное рассеяние на электронах, участвующих в спин-флип переходах. Кроме того, рассматриваются нестационарные переходные процессы при достаточно коротких импульсах поля накачки и обсуждается обширный ряд вопросов практического применения стимулированного комбинационного рассеяния.

Несмотря на то, что каждая глава является самостоятельным обзором, вся книга в целом, охватывая довольно широкий круг проблем, дает целостное систематическое описание физики рассеяния света в твердых телах. Вместе с тем целый ряд обсуждаемых в ней проблем имеет и значительный практический интерес не только для физики полупроводников, но и для различных технических применений. Это в первую очередь относится к четвертой — седьмой главам. В связи с этим монография безусловно будет полезной для всех специалистов в области физики твердого тела. Ее высокий научный уровень, широта обсуждаемых вопросов, большой фактический материал и обширная библиография (около 700 ссылок до 1975 г. включительно) безусловно сделают эту книгу одной из настольных для многочисленных специалистов по спектроскопии неупругого рассеяния света (как экспериментаторов, так и теоретиков).

Вторая из рецензируемых книг — это вышедшая 75 томом серии «Шпрингеровские трактаты по современной физике» монография Р. Клауса, Л. Мертена и Дж. Бранд-

мюллера, посвящена изложению результатов теоретических и экспериментальных исследований поляритонов в ИК области спектра.

Как указывают авторы в предисловии, их книга предназначена в первую очередь для экспериментаторов и может служить введением в эту область исследований. Заслуживает упоминания успешное сочетание простоты изложения, делающей книгу доступной для студентов и начинающих спектроскопистов, с монографически обзорным характером представляемого материала.

Первые две главы книги содержат изложение основных физических идей, лежащих в основе использования комбинационного рассеяния света (КРС) на поляритонах как метода изучения колебательных спектров кристаллов, а также демонстрируют важную роль теоретико-группового анализа (правила отбора, структура тензора комбинационного рассеяния и т. д.).

Третья и четвертая главы посвящены спектрам поляритонов соответственно в кубических двухатомных кристаллах и многоатомных анизотропных кристаллах. В частности, подробно обсуждаются свойства поляритонов в одноосных и двухосных кристаллах, а также влияние затухания поляритонов на спектры КРС. Авторы монографии внесли существенный вклад в развитие обсуждаемых здесь вопросов и, возможно, именно с этим обстоятельством связано богатство содержащейся в этих главах информации.

Последняя глава монографии является более фрагментной. В ней идет речь о стимулированном КРС на поляритонах, о КРС на плазмо-поляритонах, о поверхностных и локальных поляритонах, о КРС второго порядка и т. д.

В последние год-два особый интерес вызывают результаты экспериментальных исследований ферми-резонанса на поляритонах, открывающие новые возможности изучения связанных состояний фононов, а также особых точек плотности двухчастичных состояний. Эти самые последние результаты в книге практически не отражены. Не отражены в ней также (важные для физики поверхностей и разделов сред) появившиеся сравнительно недавно первые экспериментальные результаты КРС на поверхностных поляритонах. Указанный пробел, однако, нельзя ставить в вину авторам монографии. Само же его наличие свидетельствует о том, что КРС на поляритонах составляет одну из перспективных и быстро развивающихся областей лазерной спектроскопии кристаллов, когда появление всевозможных обзоров и монографий можно лишь приветствовать.

*В. М. Агранович, Н. А. Ефремов*